

**PENGARUH ASPEK RASIO ( $H_w/L_w$ ) TERHADAP POLA RETAK DAN MOMEN KAPASITAS PADA DINDING GESER BERTULANGAN HORIZONTAL BERJARAK RAPAT DI BAWAH PEMBEBANAN SIKLIK (QUASI-STATIS)**

***(The Effect of Aspect Ratio ( $H_w/L_w$ ) on Crack Pattern and Moment Capacity of Shear Wall with Closely Spaced Horizontal Reinforcement Subjected to Cyclic Loading (Quasi-Static))***

Ayu Febrianti Nurfintasari, Ari Wibowo, Desy Setyowulan  
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya  
Jalan MT.Haryono 167, Malang 65145, Jawa Timur, Indonesia  
Email: aiifenaa@gmail.com

**ABSTRAK**

Indonesia merupakan Negara Kepulauan yang berada di jalur *Ring Of Fire* kawasan Pasifik yang sering terjadi gempa bumi. Oleh karena itu dinding geser dapat digunakan sebagai salah satu alternative untuk mengurangi pengaruh gempa terhadap struktur bangunan gedung. Perbedaan rasio tinggi dan lebar dinding akan menunjukkan perbedaan perilaku masing – masing dinding. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aspek rasio tinggi dan lebar pada dinding geser terhadap momen kapasitas dan pola retak dengan pembebanan siklik. Terdapat 2 variasi dinding geser, yaitu dinding geser dengan tulangan horizontal *single* dan dinding geser dengan tulangan horizontal *double*. Dinding geser diberi beban aksial konstan sebesar 3000 kg, kemudian diberi beban lateral pada ketinggian 0,6 m hingga mencapai *drift* yang telah dilakukan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dinding geser yang sama (SD-150) dengan aspek rasio yang berbeda (1,5 dan 2) menghasilkan momen yang cenderung sama. Akan tetapi dengan aspek rasio lebih kecil beban lateral yang terjadi semakin besar yaitu 8330 kg dan 7080 kg. Mekanisme retak yang terjadi untuk aspek rasio berbeda diawali dengan adanya retak lentur kemudian diikuti dengan retak geser. Semakin kecil rasio pada suatu struktur maka pola retak yang akan terjadi lebih menyebar pada permukaan struktur dan panjang retak yang terjadi semakin panjang. Untuk benda uji yang berbeda (SW-50 dan SD-150) dengan aspek rasio yang sama (1,5), momen yang dihasilkan oleh benda uji dengan variasi tulangan ganda (SD – 150) akan lebih besar dibanding dengan benda uji tanpa variasi (SW – 50) berturut – turut yaitu 1912 kgm dan 1390 kgm. Dan pola retak yang terjadi dengan aspek rasio yang sama (1,5) yaitu lebih dominan kearah pola retak geser

Kata Kunci : Aspek Rasio, Dinding Geser, *Drift*, Momen Ultimit, Panjang Retak, Pola Retak

**ABSTRACT**

*Indonesia is an archipelago country that located in the region of the Pacific Ring Of Fire that earthquake frequently occurred. Therefore, shear wall can be used one of alternatives to reduce the effect for earthquake resistant building. The different in the ratio of height and width of the walls will show the different in the behaviour of each wall. This research have purposed to know the effects of aspect ratio on crack pattern and moment capacity of shear walls subjected to cyclic loading. There were two variations of shear walls, configured with single horizontal reinforcements and double horizontal reinforcement. The shear walls were loaded by constant axial loads of 3000 kg experimental firstly then loaded by lateral loads at the height of 0,6 m until they reached the specified drift. The results show that same shear walls (SD-150) with different aspect ratio (1,5 and 2) produce the similar moment, however with small aspect ratio the lateral loads were higher (8330 kg and 7080 kg). Mechanism of crack with different aspect ratio there were flexural cracks in beginning, then there would be shear cracks in the end of cyclic loading. The smaller aspect ratio on a structure then the crack pattern will happen more spread on the surface of the structure and the length of the crack happened getting longer. The different shear walls (SW – 50 and SD – 150) with the same aspect ratio (1,5), the moment with double horizontal reinforcement ( SD – 150) will be higher than single horizontal reinforcement shear walls (SW – 50) (1912 kgm and 1390 kgm). And crack pattern with the same aspect ratio (1,5) were more dominant to shear cracks.*

Keyword : Aspect Ratio, Shear Wall, Drift, Ultimate Moment, Crack Length, Crack Pattern

## PENDAHULUAN

*Ring Of Fire* merupakan jalur kawasan Pasifik dimana wilayah tersebut sering mengalami letusan gunung api dan gempa bumi salah satunya adalah Negara Indonesia. Oleh karena itu pada bangunan bertingkat sangat diperlukan antisipasi. Dinding geser merupakan salah satu alternative yang berfungsi sebagai dinding penahan gempa.

Adanya dinding geser yang mempunyai sifat kaku pada bangunan, sebagian besar beban gempa akan terserap oleh dinding tersebut. Perbedaan rasio pada dinding akan menunjukkan perbedaan perilaku masing – masing berdasarkan mekanisme kegagalan yang terjadi. Dan untuk mengatasi terjadinya keruntuhan diperlukan variasi dalam membangun struktur dengan agar tetap menjaga keefisienan dengan mendapatkan kekuatan maksimal. Oleh karena itu, dilakukan penelitian tentang pengaruh aspek rasio dengan variasi tulangan horizontal pada dinding geser terhadap momen kapasitas dan pola retak.

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui pengaruh aspek rasio pada dinding geser bertulangan horizontal berjarak rapat terhadap pola retak dan momen kapasitas.
2. Mengetahui pengaruh jarak tulangan horizontal pada dinding geser beraspek rasio sama terhadap pola retak dan momen kapasitas.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Dinding Geser

Pada bangunan bertingkat tinggi dinding yang dirancang dalam menahan gaya lateral adalah dinding geser. Dinding yang baik digunakan adalah dinding geser yang kaku dan kaku. Dinding geser akan menyerap sebagian gempa ketika gempa bumi terjadi dan beban yang diserap akan diteruskan sampai elevasi paling bawah. Untuk menahan gaya yang diakibatkan gempa, dinding harus memberikan kekuatan yang diperlukan agar tidak terjadinya keruntuhan. Selain penahan gaya samping, juga menahan kombinasi geser, gaya aksial dan momen.

Gempa akan memberikan gaya yang besar terhadap bangunan sehingga mengakibatkan adanya retakan yang timbul. Dimana terjadi tepat pada penulangan horizontal, dan selimut beton akan terlepas.

### Macam – macam dinding

Untuk berdasarkan geometrinya diantaranya:

1. *Flexural Wall* (dinding lagsing), yaitu dinding geser yang memiliki rasio  $h_w/l_w \geq 2$ , dimana desain control oleh perilaku lentur.
2. *Squat wall* (dinding pendek), yaitu dinding geser yang memiliki rasio  $h_w/l_w \leq 2$ , dimana desain dikontrol oleh perilaku geser.
3. *Coupled Shear Wall* (dinding berangkai), yaitu dimana momen guling yang terjadi akibat beban

gempa ditahan oleh sepasang dinding yang dihubungkan oleh balok – balok perangkai, sebagai gaya – gaya tarik dan tekan yang bekerja pada masing – masing dasar pasangan dinding tersebut

Terdapat pula parameter yang mempengaruhi kekuatan dinding geser yaitu rasio beban, aspek rasio, rasio tulangan vertikal, dan rasio tulangan horizontal.

### Beban Siklik

Gempa bumi merupakan contoh beban siklik yang merupakan beban luar yang terjadi secara dua arah atau berulang. Pada struktur, nantinya beban siklik akan bekerja bersamaan dengan beban aksial. *Hysteresis Loop* merupakan hal penting yang perlu diamati dalam bentuk grafik berdasarkan input sesuai siklus.

### Retak

Adanya penurunan yang tidak seragam, perbedaan suhu, perbedaan unsur kimia, dan beban yang bertukar arah akan mengalami keretakan pada suatu struktur. Retak terjadi dengan adanya penurunan beban yang mengakibatkan tegangan geser, lentur dan tarik. Retak geser merupakan retak dengan pola diagonal/miring yang disebabkan oleh gaya pada arah horizontal. Retak dengan pola horizontal merupakan retak lentur yang disebabkan oleh tekanan yang berlebihan pada struktur.

### Momen Kapasitas

Suatu struktur yang dibebani dengan beban tekan N, beban lateral P dan momen  $P_xh$ , momen kapasitas secara teoritis terdapat 3 macam yaitu momen ultimate, momen retak dan momen leleh. Untuk mendapatkan nilai momen tersebut dengan menggunakan diagram interaksi dan program momen kurvatur (Wibowo, 2012, 2013).

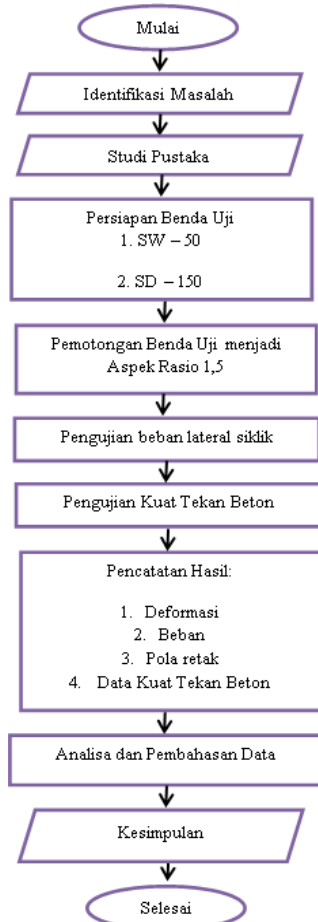
### Kegagalan pada *Squats Walls*

Terdapat 3 kegagalan pada *Squats Walls*

1. *Diagonal Tension*  
Merupakan retak sudut ke sudut. Merupakan kondisi paling kritis yang kemungkinan terjadinya kecil. Retak yang terbentuk adalah sebesar sudut  $45^\circ$ .
2. *Diagonal Compression*  
Saat tegangan geser yang terjadi pada dinding sangat besar dan tulangan horizontal yang didesain untuk menahan tarik arah vertikal mengalami kegagalan, beton dapat mengalami keruntuhan tekan pada bidang diagonalnya
3. *Sliding Shear*  
Dalam pembebanan siklik bolak balik, retak geser dapat terjadi dimana *flexural cracks* terjadi terbuka dan tertutup dan tulangan vertikal leleh bergantian saat tarik dan tekan terjadi.

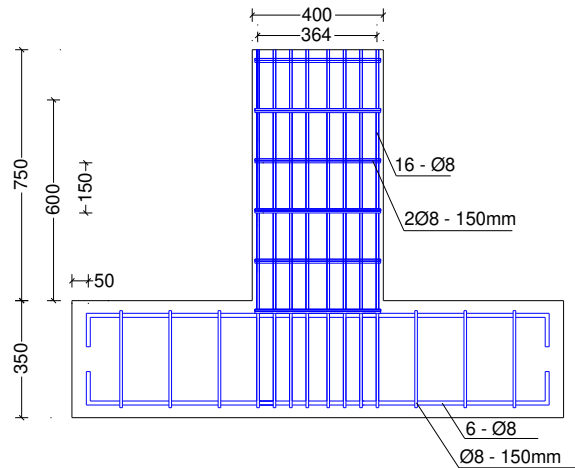
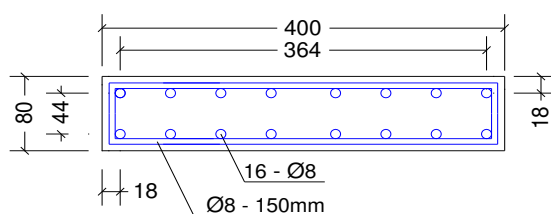
## METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini digunakan metode eksperimental. Objek pada penelitian ini adalah dinding geser dengan variasi tulangan horizontal ganda yang nantinya dibandingkan dengan dinding geser bertulangan horizontal tanpa variasi. Diagram alir dari penelitian ini dijelaskan pada **Gambar 1**.

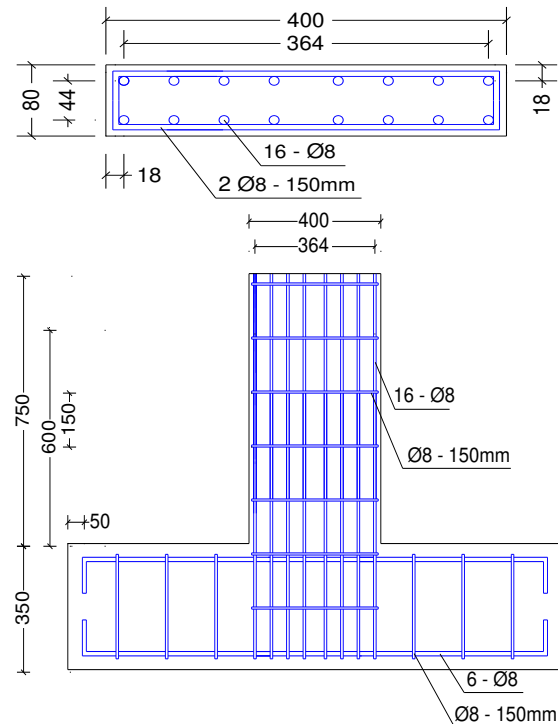


**Gambar 1.** Diagram Alir Penelitian

Penelitian yang dilakukan berupa dinding geser dengan dimensi 400x80x60 mm dengan menggunakan tulangan polos berdiameter 80 mm. Jumlah benda uji yang akan diteliti berjumlah 2 yaitu tanpa variasi dimana tulangan horizontal berjarak 150 mm berjumlah 1 tulangan dan benda uji dengan variasi bertulangan ganda dengan jarak 150 mm. Detail dinding geser dapat dijelaskan pada **Gambar 2** dan **Gambar 3**.



**Gambar 2.** Detail Dinding Geser tanpa variasi tulangan horizontal *single* berjarak 150 mm



**Gambar 3.** Detail Dinding Geser dengan variasi tulangan horizontal *double* berjarak 150 mm

Dalam penelitian ini terdapat 2 variabel dimana ;

- Variabel Bebas**  
Pada penelitian lanjutan ini variabel bebas yang digunakan adalah aspek rasio dan jarak anatar tulangan horizontal.
- Variabel Terikat**  
Variabel terikat merupakan variabel yang tergantung pada variabel bebas. Dalam penelitian ini yaitu Momen Kapasitas dan Pola Retak.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Beton

Pengujian mutu beton dilakukan dengan *Hammer Test* baik *analog hammer test* maupun *digital hammer test*. Pada penelitian ini digunakan mutu beton menggunakan *Hammer Test* dengan mengambil rata – rata dibagian atas dinding dan samping dinding. **Tabel 1** menunjukkan rekapitulasi dari pengujian mutu beton:

**Tabel 1.** Hasil Uji Kuat Beton

Dinding Geser	Analog Hammer T (MPa)	Digital Hammer T (MPa)
SW-50	33.2	27
SD-150	32.1	22

### Kapasitas Teoritis Dinding Geser

Secara teoritis perhitungan kekuatan dinding geser mempunyai tujuan untuk mencari nilai beban lateral maksimum (Ph), dan Momen Ultimit (Mu) yang terjadi dengan beban aksial sebesar 5% Pu. Perhitungan dilakukan dengan rasio tulangan vertikal 2,44% dan rasio tulangan horizontal sebesar 0,167% dan 0,33% dengan  $f'_c$  yang didapatkan dari *Hammer Test* dan  $f_y$  yang didapatkan dari uji tarik tulangan. Perhitungan dinding geser secara teoritis dilakukan menggunakan diagram interaksi dengan asumsi tumpuan jepit bebas. Hasil perhitungan dinding geser teoritis dapat dilihat pada **Tabel 2**.

**Tabel 2.** Kapasitas Teoritis Dinding Aktual

Dinding Geser	SW-50-1,5	SD-150-1,5	SD-150-2
$f'_c$ (MPa)	27	22	20
5% Pu (kg)	3000	3000	3000
Ph (kg)	8161.79	7804.63	5936.99
Mu (kgm)	4897.08	4682.78	4749.59

### Hasil Pengujian Siklik

Pengujian pada dinding geser dilakukan dengan beban aksial 5% dari beban ultimate (Pu) dan pada ketinggian 60 cm diberikan beban lateral siklik. Dilakukan pengontrolan perpindahan total dengan kenaikan *drift* sebesar 0,25% hingga mencapai 1% yang kemudian dilanjutkan dengan

kenaikan 0,5% sampai benda uji mengalami keruntuhan atau batas kemampuan alat pengujian.

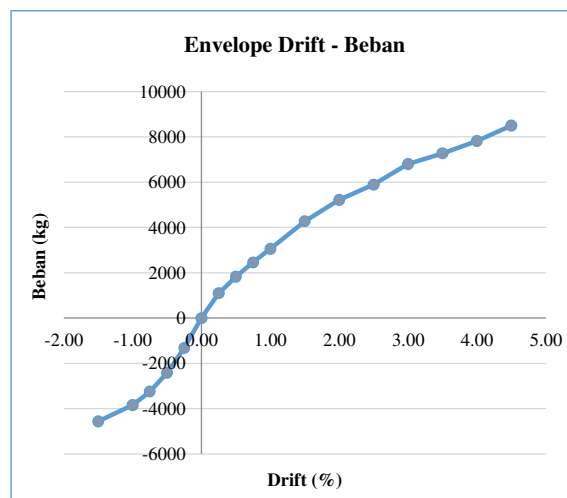
### Momen Kapasitas Dinding Geser

Dalam pengujian ini Momen kapasitas pada dinding geser terbagi menjadi dua yaitu Momen Ultimit dan Momen Retak. Penelitian ini dilakukan pengamatan pada kondisi teoritis dan eksperimental sehingga dapat diketahui seberapa besar kemampuan setiap benda uji untuk menahan beban hingga mengalami retak dan keruntuhan.

### Benda Uji SW – 50

Benda Uji SW – 50 merupakan benda uji dengan  $f'_c$  27 MPa, yang memiliki rasio tulangan vertikal 2,44% dan rasio tulangan horizontal 0,813%.

Berdasarkan hasil teoritis didapat hasil Mcr sebesar 1178,084 kgm dan Pcr sebesar 1963,474 kg. Dan untuk hasil ekperimental didapatkan hasil Mcr sebesar 1390 kgm dan Pcr sebesar 2317 kg. Hasil teoritis berdasarkan diagram interaksi didapat hasil Mu sebesar 4897,1 kgm dan Pu sebesar 8161.79 kg, berdasarkan perhitungan momen kurvatur didapat hasil Mu sebesar 5204,154 kgm dan Pu sebesar 8673,59 kg. Dan untuk hasil ekperimental didapatkan hasil Mu sebesar 5100 kgm dan Pu sebesar 8500 kg. **Gambar 4** merupakan grafik gabungan dari beban dan *drift* spesimen SW -50 – 1,5.



**Gambar 4.** Envelope P-Drift Spesimen SW-50-1,5

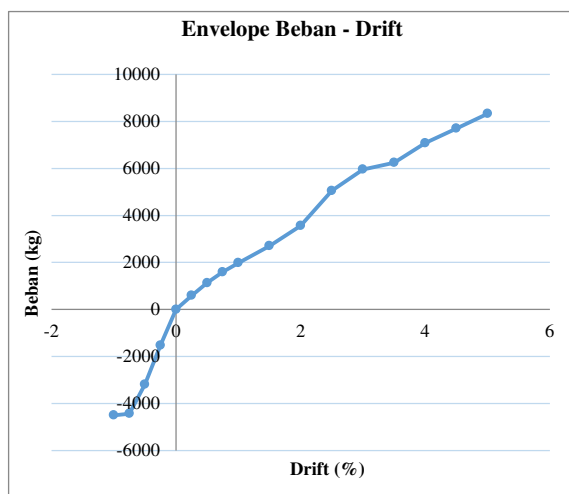
**Tabel 3.** Rekapitulasi Beban Retak dan Ultimit serta Momen Retak dan Ultimit Dinding SW-50

SW - 50	Arah	Program Momen Kurvatur				Diagram Interaksi	
		Mcr (kgm)	Pcr (kg)	Mu (kgm)	Pu (kg)	Mu (kgm)	Pu (kg)
Teoritis	+	1178.08	1964.82	5204.15	8675.59	4897.08	8161.79
Eksperimental	-	-	-	-	-	-	-
	+	1390.20	2317.00	5100.00	8500.00	5100.00	8500.00
Selisih (%)		15.26	15.26	2.00	2.00	3.98	3.98

• **Benda Uji SD – 150 – 1,5**

**Rasio 1,5**

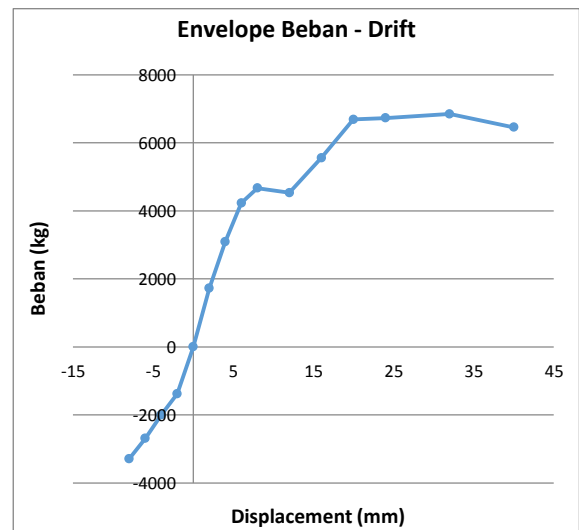
Benda uji SD – 150 - 1,5 , berdasarkan hasil teoritis didapat hasil M<sub>cr</sub> sebesar 1038,7 kgm dan P<sub>cr</sub> sebesar 1731,167 kg. Dan untuk hasil ekperimental didapatkan hasil M<sub>cr</sub> sebesar 1912 kgm dan P<sub>cr</sub> sebesar 3187 kg. Dan di dapatkan fase puncak (Mu), hasil teoritis berdasarkan diagram interaksi didapat hasil Mu sebesar 4682.78 kgm dan Pu sebesar 7804.63 kg, berdasarkan perhitungan momen kurvatur didapat hasil Mu sebesar 5170.84 kgm dan Pu sebesar 8618.07kg. Dan untuk hasil ekperimental didapatkan hasil Mu sebesar 4998 kgm dan Pu sebesar 8330 kg. **Gambar 5** merupakan grafik gabungan dari beban dan *drift* spesimen SD - 150 – 1,5.



**Gambar 5.** Envelope P-Drift Spesimen SD-150-1,5

**Rasio 2**

Benda uji SD – 150 – 2 telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya yang mendapatkan Momen Retak dan Momen Ultimate yang didapat secara teoritis dan eksperimental. Berdasarkan hasil teoritis didapat hasil M<sub>cr</sub> sebesar 1766.192 kgm dan P<sub>cr</sub> sebesar 2207.74 kg. Dan untuk hasil ekperimental didapatkan hasil M<sub>cr</sub> sebesar 3383.2 kgm dan P<sub>cr</sub> sebesar 4229 kg. Fase Puncak (Mu) yang didapat, berdasarkan hasil teoritis didapat hasil Mu sebesar 4696.485 kgm dan Pu sebesar 5870.6061 kg. Dan untuk hasil ekperimental didapatkan hasil Mu sebesar 5664 kgm dan Pu sebesar 7080 kg. **Gambar 6** merupakan grafik gabungan dari beban dan *drift* spesimen SD -150 – 2.



**Gambar 6.** Envelope P-Drift Spesimen SD-150-2

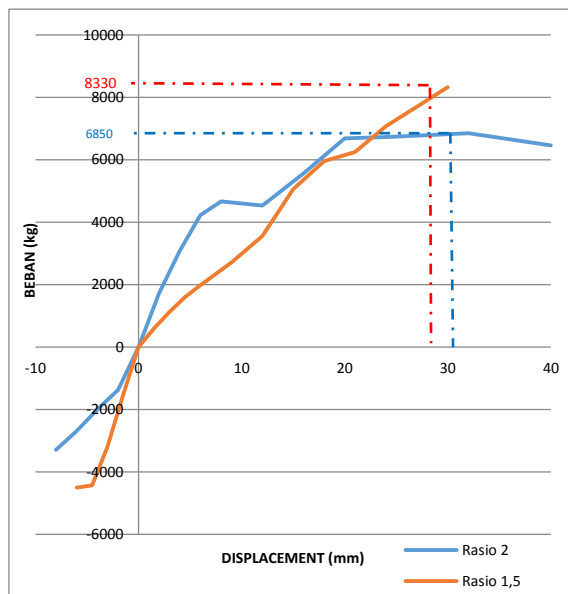
**Tabel 4.** Rekapitulasi Beban Retak dan Ultimit serta Momen Retak dan Ultimit Dinding SD – 150 – 1,5

SD - 150	Arah	Program Momen Kurvatur				Diagram Interaksi	
		M <sub>cr</sub> (kgm)	P <sub>cr</sub> (kg)	Mu (kgm)	Pu (kg)	Mu (kgm)	Pu (kg)
Teoritis	+	1038.70	1731.17	5170.84	8618.07	4682.78	7804.63
	-	1912.20	3187.00	-	-	-	-
Eksperimental	+	-	-	4998.00	8330.00	4998.00	8330.00
	-	-	-	-	-	-	-
Selisih (%)		45.68	45.68	3.34	3.34	6.31	6.31

**Tabel 5.** Rekapitulasi Beban Retak dan Ultimit serta Momen Retak dan Ultimit Dinding SD – 150 – 2

SD-150	Arah	M <sub>cr</sub> (kgm)	P <sub>cr</sub> (kg)	Mu (kgm)	Pu (kg)
		(kgm)	(kg)	(kgm)	(kg)
Teoritis	/+	1766.192	2207.74	4749.59	5936.99
Eksperimental	-	2662.4	3328	5664	7080
	+	-	-	-	-
Selisih (%)		33.66	33.66	16.14	16.14

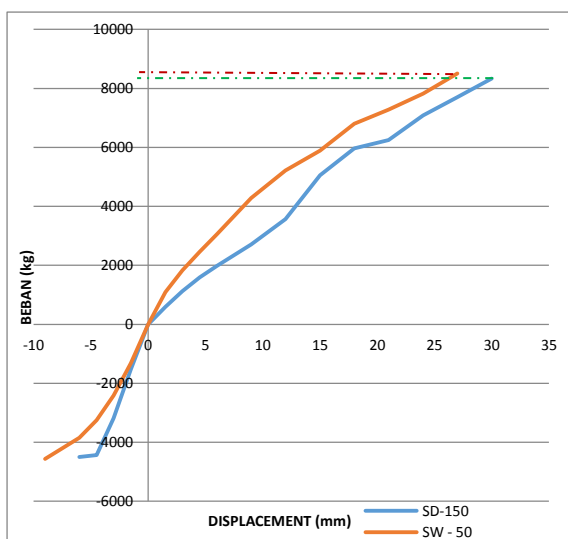
### Spesimen Gabungan Perbandingan SD-150-1,5 dengan SD-150-2



**Gambar 7.** *Envelope Displacement* – Beban SD-150-1,5 dan SD 150-2

Beban lateral yang diterima oleh SD-150-1,5 hingga terjadi retak sebesar 3187 kg, sedangkan rasio 2 sebesar 4229 kg. dapat diketahui SD-150-2 memiliki beban lateral lebih besar dibanding SD-150-1,5 pada keadaan terjadinya retak. Beban lateral ultimate SD-150-1,5 sebesar 8330, sedangkan SD-150-2 sebesar 7080 kg. dapat diketahui SD-150-1,5 memiliki beban lateral lebih besar dibanding SD-150-2. **Gambar 7** merupakan grafik gabungan dari *Envelope Displacement* – Beban SD-150-1,5 dan SD 150-2.

### Perbandingan SW-50-1,5 dengan SD-150-1,5



**Gambar 8.** *Envelope Displacement* – Beban SW-50-1,5 dan SD 150-1,5

Beban lateral SW-50-1,5 hingga terjadi retak adalah 2317 kg, sedangkan SD-150-1,5 sebesar 3187

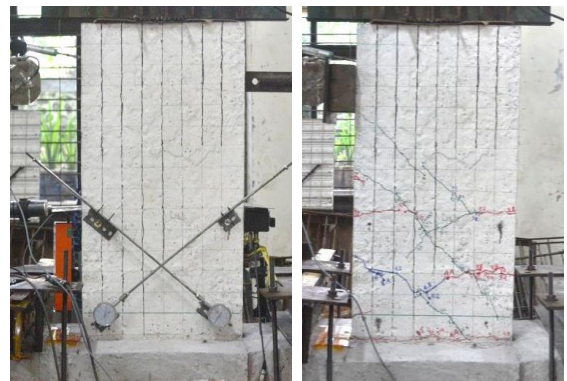
kg. dapat diketahui bahwa SD-150 memiliki beban lateral lebih besar dibanding SW-50 pada keadaan terjadinya retak. Beban lateral ultimate SW-50-1,5 sebesar 8500 kg, sedangkan SD-150-1,5 sebesar 8330 kg. pada keadaan ultimate tersebut diketahui bahwa SW-50 lebih besar dibanding SD-150. **Gambar 8** merupakan grafik gabungan dari *Envelope Displacement* – Beban SW-50-1,5 dan SD 150-1,5.

### Pola Retak

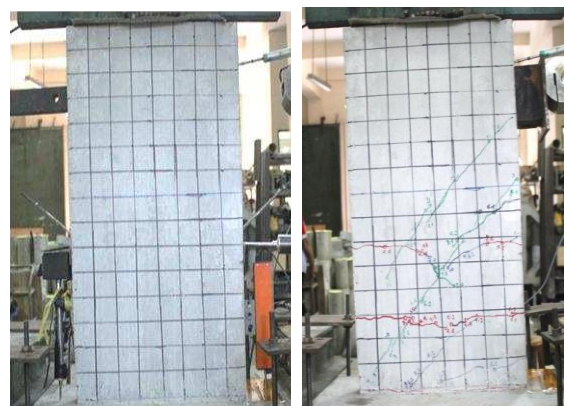
Pengamatan ini dilakukan pada setiap *drift*. Panjang retak yang terjadi diukur menggunakan benang kasur. Mekanisme pola retak yang terjadi pada ketiga benda uji adalah dimulai dengan pola retak lentur kemudian dilanjutkan dengan pola retak lentur geser dan diakhiri dengan pola retak geser.

### • Benda Uji SW - 50

Retakan pertama di bagian depan dinding terjadi pada saat *drift* 0,5% dimana pola yang terjadi adalah lentur dengan panjang 2,7 cm. Retak yang terjadi di akhir *drift* merupakan retak geser dengan panjang 5,6 cm. Dan dibagian belakang dinding terjadi pada saat *drift* 0,75% dengan panjang 12,4 cm retak lentur dan diakhiri dengan retak geser dengan panjang 3,7 cm.



**Gambar 9.** Retak Awal dan Akhir SW – 50 – 1,5 bagian depan dinding

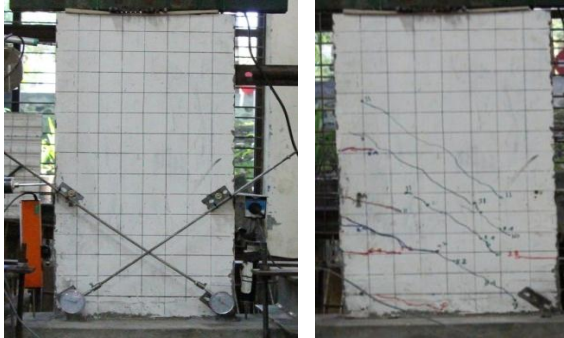


**Gambar 10.** Retak Awal dan Akhir SW – 50 – 1,5 bagian depan dinding

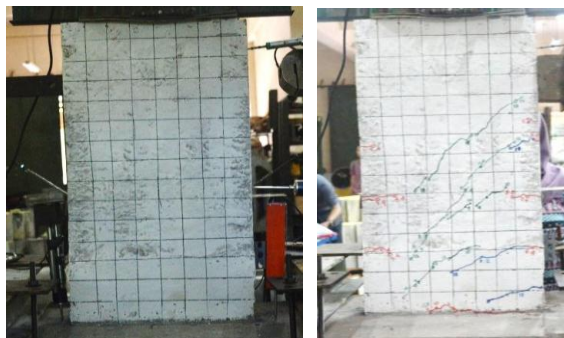


• **Benda Uji SD – 150 – 1,5**

Retakan pertama dibagian depan dinding terjadi pada saat *drift* 0,5% dimana pola yang terjadi adalah lentur dengan panjang 7,4 cm. Retak yang terjadi di akhir *drift* merupakan retak geser dengan panjang 12,3 cm. dan dibagian belakang dinding terjadi pada saat *drift* 0,75% dengan panjang 3,2 cm retak lentur dan diakhiri dengan retak geser dengan panjang 2,2 cm. **Gambar 11** merupakan Retak Awal dan Akhir SD - 150 – 1,5 bagian depan dinding. Dan **Gambar 12** merupakan Retak Awal dan Akhir SD - 150 – 1,5 bagian belakang dinding.



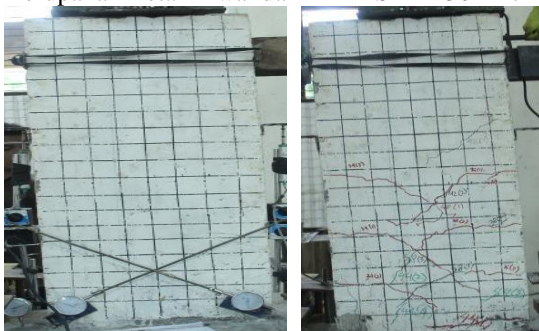
**Gambar 11.** Retak Awal dan Akhir SD - 150 – 1,5 bagian depan dinding



**Gambar 12.** Retak Awal dan Akhir SD - 150 – 1,5 bagian belakang dinding

• **Benda Uji SD – 150 – 2**

Retakan pertama dibagian depan dinding terjadi pada saat *drift* 0,75% dimana pola yang terjadi adalah lentur dengan beban sebesar 2500 kg. Retak yang terjadi di akhir *drift* 6% terdapat *gap opening* atau bukaan pada dasar dinding. **Gambar 13** merupakan Retak Awal dan Akhir SD - 150 – 2.



**Gambar 13.** Retak Awal dan Akhir SD - 150 – 2

**Perbandingan SD-150-1,5 dengan SD-150-2**

**Tabel 6.** Rekapitulasi Panjang Retak

Benda Uji	Bagian	Panjang Retak	Panjang Retak
		Maksimum (cm)	Rata - rata (cm)
SW - 50	Depan	24.40	5.35
	Belakang	15.80	5.03
SD - 150	Depan	37.70	9.05
	Belakang	16.00	5.45

Mekanisme pola retak yang terjadi adalah dimulai dengan lentur kemudian lentur geser dan diakhir dengan lentur geser. Pola retak dengan rasio 1,5 lebih dominan pola retak geser dan lebih menyebar dikarenakan adanya gaya lateral yang terjadi dengan ketinggian dinding lebih kecil dibanding aspek rasio 2 yang pola retaknya lebih dominan ke arah lentur.

**Perbandingan SW-50-1,5 dengan SD-150-1,5**

Mekanisme pola retak yang terjadi adalah dimulai dengan lentur kemudian lentur geser dan diakhir dengan lentur geser. Dengan aspek rasio sama retak yang terjadi adalah lebih dominan ke arah retak geser.

**PENUTUP**

**Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa yang telah dilakukan terhadap pengaruh aspek rasio terhadap pola retak dan momen kapasitas pada dinding geser bertulangan horizontal berjarak rapat dibawah pembebanan siklik dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Mekanisme retak yang terjadi untuk benda uji dengan rasio berbeda dapat disimpulkan bahwa semakin kecil rasio pada suatu struktur maka pola retak yang akan terjadi lebih menyebar pada permukaan struktur (dinding) dan panjang retak yang terjadi semakin panjang dikarenakan ketinggian struktur juga mempengaruhi. Untuk Momen Kapasitas dari benda uji dengan rasio yang berbeda dapat disimpulkan menghasilkan momen yang cenderung sama akan tetapi beban lateral yang didapat dengan rasio 1,5 jauh lebih besar dibanding dengan rasio 2.
2. Mekanisme retak yang terjadi dapat disimpulkan bahwa dengan adanya variasi tulangan horizontal dengan rasio sama (1,5) lebih dominan ke arah retak geser. Untuk momen kapasitas yang terjadi dapat disimpulkan bahwa dinding geser dengan aspek rasio sama (1,5), benda uji dengan variasi pada tulangan horizontal didobel (SD – 150) akan lebih besar dibanding dengan benda uji tanpa variasi (SW – 50).

## Saran

Dalam penelitian ini peneliti menyadari masih banyak kekurangan. Oleh karena itu untuk mendapatkan hasil yang lebih baik pada penelitian selanjutnya, peneliti memberikan saran sebagai berikut:

1. Ukuran benda uji yang dibuat harus proposional, sehingga dalam proses pengujian ditinjau dari segi waktu dan tenaga dapat optimal.
2. Pada saat pengujian *hammer test* secara analog dimana sebaiknya pukulan dilakukan lebih dari 10 agar memperoleh data mutu beton yang lebih tepat.
3. Perlunya peninjauan secara khusus pada *frame* baja karena umur alat yang sudah lama sehingga bisa terjadi hal yang tidak diinginkan yang dapat menyebabkan perpindahan yang tak terduga.
4. Pada saat pengujian sebaiknya dilakukan pengontrolan dan pengawasan terhadap alat – alat pengujian, sehingga tidak terjadi kerusakan atau kehilangan yang merugikan dari segi waktu maupun biaya.
5. Perlu dilakukannya pengontrolan dalam beban aksial yang diberikan agar data yang didapat akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Allo, Jonathan. 2017. *Pengaruh variasi jarak tulangan vertikal terhadap pola retak dan momen kapasitas pada dinding geser dengan pembebanan siklik (quasi-statis)*. Skripsi. Malang: Universitas Brawijaya
- Badan Standarisasi Nasional. 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. SNI 03-2847-2002. Jakarta.
- Dini, Restian. 2008. *Analisis Pengaruh Dimensi Balok dan Kolom Portal Terhadap Lebar Retak Pada Bangunan*. Skripsi. Malang: Universitas Brawijaya
- Fernandes, Dede. 2012. *Pola Retak dan Lebar Retak balok dalam Kondisi Gempa Akibat Pengaruh dari Variasi Prosentase Luas Tulangan Tekan Terhadap Tulangan Tarik Pada Tumpuan*. Skripsi. Malang: Universitas Brawijaya
- Majore, Braien. 2015. *Studi Perbandingan Respons Dinamin Bangunan Bertingkat Banyak Dengan Variasi Tata Letak Dinding Geser*. Skripsi. Manado: Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Park and Paulay. 1975. *Reinforced Concrete Structures*. New York: John Wiley & Sons
- Paulay dan Priestley. 1994. *Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings*. New York: Wiley Interscience
- Sembiring, E. A. 2017. *Pengaruh Variasi Letak Tulangan Horizontal Terhadap Daktilitas dan Kekakuan Dinding Geser dengan Pembebanan Siklik (Quasi-Statis)*. Skripsi. Malang: Universitas Brawijaya
- Silalahi, Jogi. 2017. *Pengaruh Variasi Jarak Tulangan Horizontal dan Kekangan terhadap Pola Retak dan Momen Kapasitas Dinding Geser dengan Pembebanan Siklik (quasi-statis)*. Skripsi. Malang: Universitas Brawijaya
- Silalahi, T. A. 2017. *Pengaruh Variasi Jarak Tulangan Horizontal dan Kekangan Terhadap Daktilitas dan Kekakuan Dinding Geser dengan Pembebanan Siklik (Quasi-Statis)*. Skripsi. Malang: Universitas Brawijaya
- Simanjuntak, B. J. 2017. *Pengaruh Variasi Jarak Tulangan Vertikal Terhadap Daktilitas dan Kekakuan Dinding Geser dengan Pembebanan Siklik (Quasi-Statis)*. Skripsi. Malang: Universitas Brawijaya
- Watanabe, K, Niwa, J, Yokota, H and Iwanami, M. 2004. *Stress-Strain Relationship for the Localized Compressive Failure Zone of Concrete under Cyclinic Loading*. Japan
- Wibowo, A., Wilson, J., Lam, N., & Gad, E. 2013. Seismic performance of lightly reinforced structural walls for design purposes. *Magazine Of Concrete Research*, 65(13), 809-828.  
<http://dx.doi.org/10.1680/mac.13.00021>
- Wibowo, A., Wilson, J., Lam, N., Gad, E., Lu, Y., & Henry, R. 2014. Discussion: Seismic performance of lightly reinforced structural walls for design purposes. *Magazine Of Concrete Research*, 66(20), 1073-1074.  
<http://dx.doi.org/10.1680/mac.14.00049>
- Wibowo, Ari. 2012. *Seismic Performance of Insitu and Precast Soft Storey Buildings*. PhD Thesis. Victoria : Swinburne University of Technology
- Wibowo, Ari. 2013. *Seismic Performance of Lightly Reinforced Structural Walls for Design Purposes*. ICE Magazine of Concrete Research. Australia: ICE Publishing.
- Wilson, J., Wibowo, A., Lam, N., & Gad, E. 2015. Drift behaviour of lightly reinforced concrete columns and structural walls for seismic design applications. *Australian Journal Of Structural Engineering*, 16(1).  
<http://dx.doi.org/10.7158/s14-002.2015.16.1>
- Yehuda Keyzia Randha, Ari Wibowo, Ming Narto Wijaya. *Pengaruh Variasi Letak Tulangan Horizontal Ganda Terhadap Pola Retak dan Momen Kapasitas pada Dinding Geser dengan Pembebanan Siklik*. Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil 1 (1), pp. 59-67, 2017.